

**OPTICAL INFORMATION RECORDING MEDIUM**

**Publication number:** JP3022229

**Publication date:** 1991-01-30

**Inventor:** INOUE KAZUO; OTA TAKEO; UCHIDA MASAMI;  
FURUKAWA SHIGEAKI

**Applicant:** MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

**Classification:**

- **international:** **G11B7/24; B41M5/26; G11B7/243; G11B7/24;  
B41M5/26; (IPC1-7): G11B7/24**

- **European:**

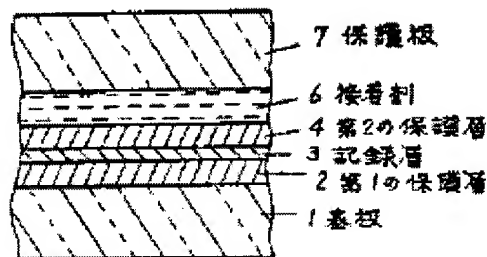
**Application number:** JP19890156533 19890619

**Priority number(s):** JP19890156533 19890619

**Report a data error here**

**Abstract of JP3022229**

**PURPOSE:** To greatly increase the number of repetitions of recording and erasing by specifying the respective heat capacities of the recording layer of the optical information recording medium of a phase change type and protective layers formed on the top and bottom thereof. **CONSTITUTION:** The 1st protective layer 2, the recording layer 3 and the 2nd protective layer 4 are successively laminated on a substrate 1 and are stuck to a protective film 7 via an adhesive agent 6. The heat capacities per unit area of the recording layer 3, the 1st protective layer 2 and the 2nd protective layer 4, respectively designated as  $M_a$ ,  $M_{d1}$ ,  $M_{d2}$ , are so set that the following relation holds:  $M_a < M_{d1}/3$ ,  $M_a < M_{d2}/3$ . The heat capacity of the recording layer is small in such a manner and the structure in which heat escapes rapidly from the protective layers is adopted; therefore, the protective layers do not heat up to a high temp. Since the generation of pinholes is thereby suppressed, the number of the repetitions of the recording and erasing is greatly increased.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-22229

⑬ Int. Cl.<sup>9</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)1月30日

G 11 B 7/24

B

8120-5D

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全8頁)

⑮ 発明の名称 光情報記録媒体

⑯ 特 願 平1-156533

⑰ 出 願 平1(1989)6月19日

⑱ 発 明 者	井 上	和 夫	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑱ 発 明 者	太 田	威 夫	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑱ 発 明 者	内 田	正 美	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑱ 発 明 者	古 川	恵 昭	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑲ 出 願 人	松下電器産業株式会社		大阪府門真市大字門真1006番地	
⑳ 代 理 人	弁理士 栗野 重孝		外1名	

明 細 書

1、発明の名称

光情報記録媒体

2、特許請求の範囲

(1) 光照射によりエネルギーを吸収し昇温し溶融し急冷して第1の固相状態になる性質と、第1の固相状態を昇温し徐冷して第2の固相状態になる性質と、第1の固相状態と第2の固相状態とで照射光に対する反射光量が異なる性質とを有する記録層と、記録層の上および下に形成された記録層より高融点で照射光の波長に対して吸収がない第1および第2の保護層とを有し、記録層の単位面積当たりの熱容量を $M_a$ 、第1および第2の保護層の単位面積当たりの熱容量をそれぞれ $M_{d1}$ 、 $M_{d2}$ とすると、

$$M_a < M_{d1} / 3, M_a < M_{d2} / 3$$

なる関係を持つことを特徴とする光情報記録媒体。

(2) 光照射によりエネルギーを吸収し昇温し溶融し急冷して第1の固相状態になる性質と、第1

の固相状態を昇温し徐冷して第2の固相状態になる性質と、第1の固相状態と第2の固相状態とで照射光に対する反射光量が異なる性質とを有する記録層と、記録層の上および下に形成された記録層より高融点で照射光の波長に対して吸収がない第1および第2の保護層とを有し、光照射によって生じる保護層の熱膨張変化量が10μm以下であることを特徴とする光情報記録媒体。

(3) 光照射によりエネルギーを吸収し昇温し溶融し急冷して第1の固相状態になる性質と、第1の固相状態を昇温し徐冷して第2の固相状態になる性質と、第1の固相状態と第2の固相状態とで照射光に対する反射光量が異なる性質とを有する記録層と、記録層の上および下に形成された記録層より高融点で照射光の波長に対して吸収がない第1および第2の保護層とを有し、記録層の熱伝導率を $K_a$ 、第1および第2の保護層の熱伝導率をそれぞれ $K_{d1}$ 、 $K_{d2}$ とすると、

$$Kd_1 > Ka/5, Kd_2 > Ka/5$$

なる関係を持つことを特徴とする光情報記録媒体。

- (4) 光照射によりエネルギーを吸収し昇温し溶融し急冷して第1の固相状態になる性質と、第1の固相状態を昇温し徐冷して第2の固相状態になる性質と、第1の固相状態と第2の固相状態とで照射光に対する反射光量が異なる性質とを有する記録層と、記録層の上および下に形成された記録層より高融点で照射光の波長に対して吸収がない第1および第2の保護層と、第2の保護層の上に形成され記録層を透過した光を反射させて記録層に再入射させる反射層とを有し、反射層の熱伝導率が $100\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上であることを特徴とする光情報記録媒体。
- (5) 光照射によりエネルギーを吸収し昇温し溶融し急冷して第1の固相状態になる性質と、第1の固相状態を昇温し徐冷して第2の固相状態になる性質と、第1の固相状態と第2の固相状態とで照射光に対する反射光量が異なる性質とを

有する記録層と、記録層の上および下に形成された記録層より高融点で照射光の波長に対して吸収がない第1および第2の保護層と、第2の保護層の上に形成され記録層を透過した光を反射させて記録層に再入射させる反射層とを有し、第2の保護層の膜厚が $500\text{ Å}$ 以下であることを特徴とする光情報記録媒体。

- (6) 記録層材料が $\text{Te}, \text{Sb}, \text{In}, \text{Se}, \text{Bi}, \text{Sn}, \text{Zn}, \text{Ge}, \text{Si}, \text{As}, \text{P}$ のうちから選択される少なくとも2つの元素からなることを特徴とする請求項(1), (2), (3), (4)または(5)のいずれかに記載の光情報記録媒体。
- (7) 保護層材料が $\text{Si}, \text{Al}, \text{Ta}, \text{Ti}, \text{Zn}, \text{Sb}, \text{Y}, \text{Ge}, \text{Zr}, \text{Sn}, \text{Nb}, \text{V}, \text{Mg}$ のうちから選択される元素の酸化物または窒化物または硫化物もしくはこれら化合物の混合物からなることを特徴とする請求項(1), (2), (3), (4)または(5)のいずれかに記載の光情報記録媒体。
- (8) 反射層材料が $\text{Al}, \text{Cu}, \text{Au}, \text{Ag}, \text{Cr}, \text{Ni}, \text{Pt}, \text{W}$ のうちから選択される少なくとも

も1つの元素からなることを特徴とする請求項(4)または(5)のいずれかに記載の光情報記録媒体。

### 3、発明の詳細な説明

#### 産業上の利用分野

本発明は、レーザ光等の光照射により記録層を昇温させ記録層に相変化を生じさせて情報を記録消去する大容量メモリなる光情報記録媒体に関する。

#### 従来の技術

従来、実用化が容易であり大容量メモリで情報の消去が可能な光情報記録媒体としては光磁気型と相変化型のものが知られている。両者ともシステムの高速化および小型化のために1つの光で一度に記録消去をする方式、すなわち、1ビームオーバーライト方式の開発が行われている。光磁気型の場合は磁界の向きを高速で変える磁界変調方式と記録層を磁気特性の温度依存性が異なる2層構造として照射光の強度を変える光変調方式がある。しかし、磁界変調方式では磁界をかけるヘッドを光情報記録媒体に非常に接近させて固定する

ため光情報記録媒体にヘッドが接触する恐れがあり非破壊性に課題がある。また、光変調方式では磁界をかけるヘッドを磁界変調方式のように極度に光情報記録媒体に接近させる必要はないが上述のように光情報記録媒体の記録層を2層構造とするため構造が複雑になる。さらに、光磁気型ではカー効果により記録層の磁界の向きで入射光に対する反射光の偏角が変化することを利用してはその変化量は $1\text{ deg}$ 程度と小さいため光学系に精度が要求される。また、記録層材料は酸化されやすく酸化すると保磁力が低下するので耐候性が悪かった。一方、相変化型の場合は、相異なる2つの固相状態によって反射光量が変化することを利用しており、この固相状態間の変化は照射光の強度変調のみ行うため光磁気型のような外部磁界をかけるヘッドが不要でドライブの構成が簡単である。また、記録層は1層でよく特別な構造にする必要がない。さらに、酸化に対しても強いので耐候性もよい。

発明が解決しようとする課題

上述したように相変化型は光磁気型に比べて多くのよい点がある。しかし、相変化型の光情報記録媒体の場合、記録消去の繰り返し回数が制限されるという課題があった。これは繰り返し回数が増すにつれて記録トラック上に一様に径が数十nm程度のピンホールが発生し、さらにこのピンホールが繰り返し回数が増すにつれて成長する現象である(例えば、H.chen, et al., Appl. Phys. Lett., 49.9.502(1986))。

本発明はかかる課題を克服して、記録消去の繰り返し回数を飛躍的に伸ばす相変化型の光情報記録媒体を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

上記課題を解決するために本発明では、光照射によりエネルギーを吸収し昇温し溶融し急冷して第1の固相状態になる性質と、第1の固相状態を昇温し徐冷して第2の固相状態になる性質と、第1の固相状態と第2の固相状態とで照射光に対する反射光量が異なる性質とを有する記録層と、記録層の上および下に形成された記録層より高融点

しかし、本発明においては記録層の熱容量が小さいこと、または、保護層から速やかに熱が逃げる構造であることのために保護層は高温にならないので上述した熱膨張による変形は抑制される。したがって、上述したピンホールの発生は抑制される。その結果、記録消去の繰り返し回数を飛躍的に伸ばすことができる。

#### 実施例

以下、本発明の一実施例について図面を参照しながら具体的に説明する。

まず本発明の光情報記録媒体の構成の例を第1図に示す。第1図(a)において、基板1は透明な材料、例えば、ガラスやポリカーボネート樹脂等の材料で作られている。基板1上には真空薄膜形成方法、例えば、スパッタ法により第1の保護層2、記録層3、第2の保護層4と順次積層し接着剤6を介して保護板7と貼り合わせている。第1図(b)においては、基板1上に第1の保護層2、記録層3、第2の保護層4、反射層5と順次積層し接着剤6を介して保護板7と貼り合わせている。保護

で照射光の波長に対して吸収がない第1および第2の保護層とを有する光情報記録媒体において、記録層の熱容量を小さくする、または、保護層から速やかに熱が逃げるようにすることで保護層の温度を低くして熱膨張によって生じる保護層の厚さ方向の変形量を小さくするものである。

#### 作用

記録層材料の物質移動による劣化メカニズムについて説明する。

すなわち、ピンホール発生メカニズムである。まず、記録のために記録層に照射された光によって記録層が融解する。しかし、記録層の上および下に形成された第1および第2の保護層は記録層より高融点であるため融解しない。そして、保護層内の温度は記録層側から厚さ方向に違ってくるにたがって低くなるため、熱膨張によって保護層を記録層側を凸とした変形をする。その結果、記録層材料は記録マーク部の外側に押し出される。そして、冷却される際に戻りきらず、微小なピンホールが生じる。

板7は基板1と同じ材料でもよいし光を透過しない金属でもよい。第1図の場合、光は基板1の方から入射する。

ここで、第1の保護層2および第2の保護層4は基板1や接着剤6や保護板7が変形するのを防止する役割をする。したがって、記録層3は光の照射によって一旦融解するので第1の保護層2および第2の保護層4の融点は記録層3の融点より高い必要がある。さらに、第1図(a)の構成の場合は第1の保護層2だけが、第1図(b)の構成の場合は第1の保護層2、第2の保護層4および反射層5が光の干渉によって記録情報信号となる記録層3の相異なる固相状態間での反射光量差を大きくする働きをする。したがって、入射光を効率よく記録層3に供給するために第1の保護層2および第2の保護層4は入射光の波長に対して吸収がない必要がある。

また、光情報記録媒体の構成の例として片面密着型を示したが、両面構成でもよいし、サンドイッチ型構成でもよい。

記録層3の材料としてはTe, Sb, In, Se, Bi, Sn, Zn, Ge, Si, As, Pのうちから選択される少なくとも2つの元素からなる材料である。

第1の保護層2および第2の保護層4の材料としてはSi, Al, Ta, Ti, Zn, Sb, Y, Ge, Zr, Sn, Nb, V, Mgのうちから選択される元素の酸化物または窒化物または硫化物もしくはこれら化合物の混合物からなる材料である。ここで、第1の保護層2と第2の保護層4との材料は異なってもよい。

反射層5の材料はAl, Cu, Au, Ag, Cr, Ni, Pt, Wのうちから選択される少なくとも1つの元素からなる材料である。

以上の条件下で本発明の第1の実施例は記録層3の単位面積当たりの熱容量を $M_a$ 、第1の保護層2の単位面積当たりの熱容量を $M_{d1}$ 、第2の保護層4の単位面積当たりの熱容量を $M_{d2}$ とすると $M_a$ が $M_{d1}$ や $M_{d2}$ より小さい光情報記録媒体である。

具体的に記録層3の単位面積当たりの熱容量 $M_a$ を小さくする手段は記録層3の膜厚を薄くするものである。

第2の実施例は光照射によって生じる保護層の熱膨張による変化量は所定値以下とする光情報記録媒体である。

第3図に熱膨張によって生じた保護層の変形による厚さ方向の変化率と伸びの変化率との関係を示す。変化率の基準は記録マークの記録トラック方向の長さである。また、第3図は光情報記録媒体を静止させた状態で保護層の変形は記録マーク部の中心に対して対称であるとしてシミュレーションした結果である。実際の光情報記録媒体が回転している状態でも記録マーク部の大きさは1ないし2 $\mu m$ 程度であり光の照射の際の光情報記録媒体の移動量は小さく光情報記録媒体が静止している場合と保護層の変形率はほぼ同等である。第3図から保護層の変形による厚さ方向の変化率は伸びの変化率の10倍程あることが分かる。ここで、保護層の記録マーク部での変形は中央部では

この場合、第1の保護層2および第2の保護層4は記録マーク部において記録層3側に凸なる変形をするが、その変形量は非常に小さくなる。これは記録層に供給されるエネルギーが小さくてよいため、第1の保護層2および第2の保護層4の温度は記録層3の温度より過かに低くなるためである。したがって、記録層3は冷却後に元どおりに戻り、ピンホールの発生は抑制される。

第2図に $M_a = M_{d1} / 4$ の場合の $C/N$ が初期値より3dB低下する記録消去の繰り返し回数と $M_a / M_{d1}$ との関係を示す。繰り返し回数は任意単位である。

$M_a, M_{d1}, M_{d2}$ を変えた実験の結果、

$$M_a < M_{d1} / 3, M_a < M_{d2} / 3$$

なる関係があればよいことが分かった。好ましくは

$$M_a < M_{d1} / 4, M_a < M_{d2} / 4$$

である。

この場合、BER (Bit Error Rate) は10万回でも10<sup>6</sup>回で良好な結果が得られた。

記録層側が凸となる。その理由は保護層は厚み方向に記録層側が高温度で遠ざかるにつれて低くなる温度勾配をもっており高温側の方が熱膨張量が大きいためである。また、記録マーク部の外周部では反対側に凸となる。これは、記録マーク部の中央部にあった記録層材料が保護層の変形によって押し出されて記録マーク部の外周部に移動したためである。その結果、冷却後に元どおりに戻らずピンホールを生じる。

第4図に $C/N$ が初期値より3dB低下する記録消去の繰り返し回数と保護層の熱膨張量との関係を示す。ここで、単位は任意である。第4図から保護層の熱膨張量が小さくなるにつれて消去的に記録消去の繰り返し回数が伸びることが分かる。すなわち、保護層の熱膨張量が小さいと記録層材料を押し出すような記録マーク部における保護層の厚さ方向の変形量も小さくなり冷却後に元どおりに戻るため上述したピンホール等が発生しなくなるためである。

実験の結果、保護層の熱膨張量が10人以下の

時に記録消去の繰り返し回数が10万回以上においてC/Nの低下は初期値に対して3dB以下であった。

次にこの保護層の熱膨張量を減少させる手段について考える。物質の熱膨張量は熱膨張率と上昇温度の積で与えられる。したがって、保護層として熱膨張率の小さい材料を用いたり保護層の温度を高くしなければよい。保護層の熱膨張率は $5 \times 10^{-6}$ 以下、好ましくは $10^{-6}$ 以下がよい。また、保護層の温度を余り上げない手段としては記録層に低融点材料を用いる、あるいは、保護層の膜厚を薄くする等で保護層から熱が逃げやすくすることが考えられる。保護層の膜厚は好ましくは100nm以下がよい。

本発明の第3の実施例は記録層3の上および下に形成した第1の保護層2および第2の保護層4の熱伝導率を大きくした光情報記録媒体である。

第1の保護層2および第2の保護層4の熱伝導率を大きくすると光の照射によって記録層3に供給された熱は逃げやすくなるが、第1の保護層2

が10万回においてもC/Nは50dB以上で変化は認められなかった。また、BER (Bit Error Rate) も10%台で変化はなかった。

しかし、この場合、記録層3から熱が急速に逃げていくので記録層3の材料は結晶化速度が速いことが要求される。具体的には結晶化速度は100ns以下であることが必要である。

次に本発明の第4の実施例について説明する。

本発明は記録層と記録層の上および下に第1の保護層および第2の保護層を有し第2の保護層の上に反射層を設けた、反射層の熱伝導率が所定値より大きい光情報記録媒体である。

本発明は第3の実施例の効果、すなわち、記録層3からの熱の逸散を大きくして記録マーク部での第1の保護層2および第2の保護層4の温度上昇を押さえて熱膨張による記録層3方向の変形を小さくするものである。

すなわち、記録層3、第2の保護層4および反射層5はおのおの隣り合わせに積層されているため

および第2の保護層4の温度が低くなるので熱膨張による変形量は小さくなる。したがって、溶けた記録層材料が第1の保護層2および第2の保護層4の変形で押し出される量も少なくなる。また、冷却後、元どおりに戻るためピンホールの発生は抑制される。

したがって、記録消去の繰り返し回数が飛躍的に伸びる。

第5図にC/Nが初期値より3dB低下する記録消去の繰り返し回数と保護層の熱伝導率との関係を示す。ここでは、記録層3の熱伝導率を $K_a$ 、第1の保護層2および第2の保護層4の熱伝導率をそれぞれ $K_{d1}$ 、 $K_{d2}$ とする。第5図は $K_{d2} = K_a / 3$ の条件下で保護層の熱伝導率として第1の保護層2の熱伝導率を記録層3の熱伝導率で除した値 $K_{d1} / K_a$ を用いた。記録消去の繰り返し回数は任意単位である。

実験の結果、

$$K_{d1} > K_a / 5, K_{d2} > K_a / 5$$

なる関係を満たすときに記録消去の繰り返し回数

に反射層5の熱伝導率が大きくなると記録層3および第2の保護層4からの熱の逸散も急速になるのである。

第6図にC/Nが初期値より3dB低下する記録消去の繰り返し回数と反射層の熱伝導率との関係を示す。繰り返し回数は任意単位である。第6図から反射層の熱伝導率が大きいほど記録層材料の物質移動は抑制されて記録消去の繰り返し回数は飛躍的に伸びることがわかる。

たとえば、記録層3がTe, Sb, Ge系の3元材料で第1の保護層2および第2の保護層4の膜厚を1000Å程度、反射層材料をAu400Åとした場合記録層3の膜厚によらず記録消去の繰り返し回数が10万回でC/Nの低下は3dB以下であった。

反射層5の材料としていろいろ検討した結果、記録消去の繰り返し回数が10万回でもC/N低下が3dB以下である条件は反射層5の熱伝導率が100W/m・K以上必要である。好ましくは200W/m・K以上である。

反射層5の材料としては、例えば、A l, C u, A u, A g, Wのうちから選択される少なくとも1つの元素からなる材料がある。

しかしながら、第2の保護層4の膜厚が厚くなると反射層5から熱が逸散する速度が遅くなり本発明の効果が小さくなる。したがって、第2の保護層4の膜厚は2000Å以下、好ましくは1000Å以下である必要がある。

また、反射層5の延性が悪いと第2の保護層4の変形に対して反射層5が追従できずに割れが生じる恐れがある。さらに、反射層5が塑性変型を生じるとその変型は元には戻らないのでノイズの原因になる。したがって、反射層5の材料としては延性に富み、かつ、反射層5の変形は弾性応力限界内である必要がある。

この場合も記録層3から熱が急速に逸散するので記録層3が融解してからの冷却速度は速いため記録層材料の結晶化速度は速いことが要求される。具体的には100ns以下、好ましくは80ns以下であることが必要である。

繰り返し回数は任意単位である。

実験の結果、第2の保護層の膜厚は500Å以下で記録消去の繰り返し回数は飛躍的に伸びた。たとえば、記録層がT e, S b, G e系の3元材料で膜厚200Å、保護層材料がS i O<sub>2</sub>とZ n Sの2元材料、反射層材料がA uの場合、記録消去の繰り返し回数は1.00万回でもC/Nの劣化は認められなかった。

反射層5の材料としては、たとえば、A l, C u, A u, A g, C r, N i, P t, Wのうちから選択される少なくとも1つの元素からなる材料がある。

この場合は、反射層5の熱伝導率が低い材料であっても膜厚を厚くすれば熱容量が大きくなるので温度が上昇するのを抑制できる。したがって、安定な材料であればよい。

この場合も記録層3から熱が急速に逸散するので記録層3が融解してからの冷却速度は速いため記録層材料の結晶化速度は速いことが要求される。具体的には100ns以下、好ましくは80ns

次に本発明の第5の実施例を示す。

本発明は記録層と記録層の上および下に第1の保護層および第2の保護層を有し第2の保護層の上に反射層を設け、第2の保護層の膜厚を所定値以下にした光情報記録媒体である。

本発明は第4の実施例同様第3の実施例の効果、すなわち、記録層3からの熱の逸散を大きくして記録マーク部での第1の保護層2および第2の保護層4の温度上昇を押さえて熱膨張による記録層3の変形を小さくするものである。

本光情報記録媒体は第2の保護層4の上に熱伝導率が第2の保護層より大きい反射層5が形成されている。したがって、第2の保護層4から熱は反射層5の方へ急速に逸散する。また、第2に保護層3と接触している記録層5からも熱は急速に逸散する。この記録層3からの熱の逸散効果は記録層3と反射層5との距離、すなわち、第2の保護層4の膜厚が薄いほど顕著である。第7図にC/Nが初期値より3dB低下する記録消去の繰り返し回数と第2の保護層の膜厚との関係を示す。

以下であることが必要である。

#### 発明の効果

本発明により記録層の熱容量が小さいこと、または、記録層および記録層を挟みこんだ保護層から速やかに熱が逃げることにために保護層があまり高温にならないので熱膨張による保護層の変形量が抑制される。また、保護層の熱膨張量を規定すれば保護層の変形量も制限される。そのため、この保護層の変形によって記録層が押し出される量が減少する。したがって、記録層材料は記録トラック方向に移動せず冷却の際に容易に元どりに戻るようになる。その結果、記録層に発生するピンホール現象は抑制される。したがって、記録消去の繰り返し回数を飛躍的に伸ばすことができる。

#### 4、図面の簡単な説明

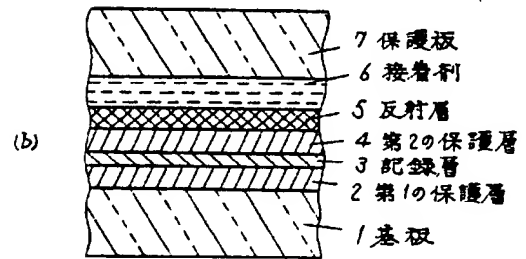
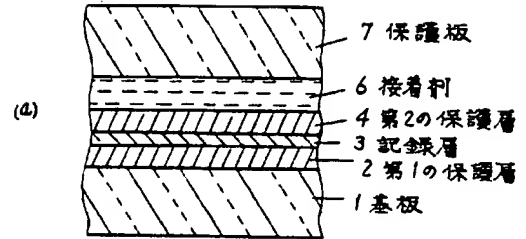
第1図は本発明にかかる光情報記録媒体の構成を示す断面図、第2図は本発明の第1の実施例における記録消去の繰り返し回数と記録層の熱容量との関係図、第3図は熱膨張による保護層の厚さ

方向の変形率と保護層の伸びの変化率との関係図、第4図は記録消去の繰り返し回数と保護層の熱膨張量との関係図、第5図は記録消去の繰り返し回数と保護層の熱伝導率との関係図、第6図は記録消去の繰り返し回数と反射層の熱伝導率との関係図、第7図は記録消去の繰り返し回数と反射層の膜厚との関係図である。

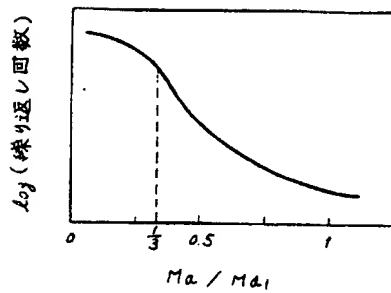
1……基板、2……第1の保護層、3……記録層、4……第2の保護層、5……反射層、6……接着剤、7……保護板。

代理人の氏名 弁理士 栗野重孝 ほか1名

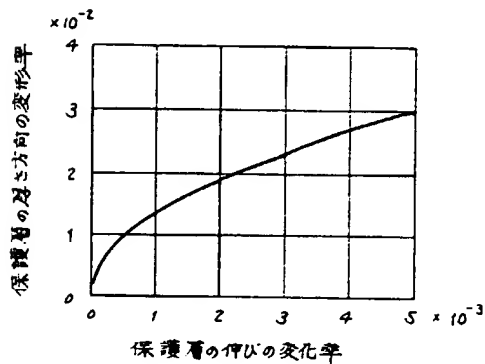
第 1 図



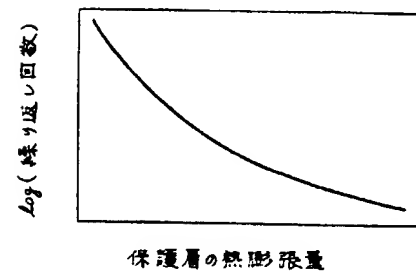
第 2 図



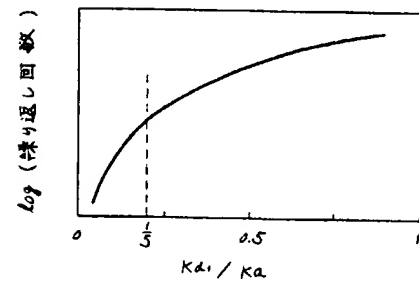
第 3 図



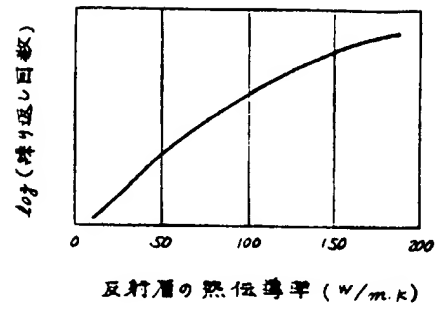
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

